

# **Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie (vaskuläre und endovaskuläre Chirurgie) (DGG)**

## Leitlinie Shuntchirurgie

Leitlinie zur Anlage von arteriovenösen Gefäßzugängen zur Hämodialyse sowie zur Diagnostik und Therapie von Zugangs-assoziierten Komplikationen

### **Einleitung**

Als arterio-venöse (av) Gefäßzugänge zur chronischen Hämodialysebehandlung kommen native Fisteln und Prothesenshunts zum Einsatz. Wegen ihrer deutlich besseren Funktionsraten stellt die av Fistel den Gefäßzugang der ersten Wahl dar. So liegt die primäre Ein- bis Zwei-Jahres-Offenheitsraten von av Fisteln bei 85% bis 90%, diejenigen von Prothesenshunts lediglich bei 40% bis 60% [12]. Die folgenden Leitlinien beschäftigen sich mit der operativen Anlage von av Gefäßzugängen sowie der chirurgischen und radiologisch-interventionellen Therapie von Komplikationen. Sie beruhen auf zwei aktuellen europäischen Leitlinien [1, 42], einer Literaturrecherche der letzten 20 Jahre sowie den eigenen Erfahrungen des Autors und einem nachfolgenden Prozess zur Konsensusbildung.

### **Anlage des Gefäßzugangs**

#### **Operationsindikation und -vorbereitung**

Jeder Patient mit chronischem Nierenversagen, der sich für die Hämodialyse entschieden hat, sollte zu Beginn der Therapie über einen funktionsfähigen av Dialysezugang verfügen [42], um auf die Implantation komplikationsträchtiger Dialysekatheter verzichten zu können. Da die Reifung einer av Fistel bis zu Ihrer Punktierbarkeit gelegentlich 6 bis 8 Wochen dauern kann, sollte jeder zukünftige Dialysepatient mindestens drei Monate vor geplantem Therapiebeginn (bei rasch nachlassender Nierenfunktion bei einer glomerulären Filtrationsrate < 20-25 ml/min [1]) beim Operateur vorgestellt und der Eingriff dann zeitnah durchgeführt werden. Nur so ist gewährleistet, dass genügend Zeit für vorbereitende Diagnostik und eventuelle Korrekturingriffe bei ungenügender Fistelreifung vorhanden ist.

Spätestens zu diesem Zeitpunkt sollte der Patient über Sinn und Notwendigkeit der Schonung der peripheren Venen an beiden Armen unterrichtet werden.

**Anamnese.** Zentralvenöse Katheterismen, implantierte Portsysteme und Schrittmacher, Verletzungen und Operationen im Schulter- und Armbereich in der Vorgeschichte können Hinweise auf das Vorliegen einer venösen Abflussstörung geben. Das Vorliegen von Risikofaktoren der Arteriosklerose – insbesondere eines Diabetes mellitus – lassen Probleme bei der Fistelanlage und -reifung erahnen.

**Klinische Untersuchung.** Die Palpation und Auskultation der Armarterien und eine Seitenvergleichende Blutdruckmessung einerseits sowie die Beurteilung der Armvenen nativ und mit Tourniquet erlaubt bei unauffälligem Ergebnis und schlanken Armen die Festlegung der Anastomosenregion. Auf Narben nach Verletzung oder Voroperation sowie venöse Kollateralen im Bereich von Schulter und oberer Thoraxapertur sollte geachtet werden.

**Farbkodierte Duplexsonographie (FKDS).** Mithilfe einer präoperativ von einem erfahrenen Untersucher standardisiert durchgeführten FKDS lässt sich die Erfolgsquote von Fistelanlagen erhöhen [21, 22, 32, 35, 38, 46]. Ihre Durchführung empfiehlt sich daher bei anamnestischen und klinischen Hinweisen auf eine arterielle oder venöse Problematik und insbesondere bei adipösen Patienten mit eingeschränkter klinischer Beurteilbarkeit. Für die Mehrzahl der Patienten ist damit die präoperative Diagnostik ausreichend und abgeschlossen.

**Radiologische Diagnostik.** Die FKDS kann indirekte Hinweise auf das Vorliegen einer Stenose der A. subclavia geben, sie erlaubt es jedoch nicht, zentrale arterielle oder venöse Obstruktionen zu visualisieren. Das gleiche gilt für mediastinale venöse Obstruktionen. Ergibt sich aus klinischen und duplex-sonographischen Befunden der Verdacht auf das Vorliegen einer zentralen Zu- oder Abstromproblematik, sind zur weiteren Abklärung radiologische Methoden erforderlich, wenn nicht der andere Arm zur Anlage eines Gefäßzugangs herangezogen werden kann.

Eine Gefäßdarstellung in konventioneller Technik [digitale Subtraktionsangiographie (DSA) mit jodhaltigem Kontrastmittel] kann zu einer richtunggebenden Verschlechterung der residualen Nierenfunktion führen und sollte daher nur bei gesicherter Indikation und in Interventionsbereitschaft erfolgen [42]. Die CO<sub>2</sub>-Angiographie ermöglicht die Darstellung zentraler und peripherer Gefäße ohne nephrotoxisches Kontrastmittel, ist aber nicht flächendeckend zugänglich. Ihre Abbildungsqualität ist schlechter als die konventionelle DSA, und die Gasembolie darf als potentielle Komplikation nicht vergessen werden [18]. Die Magnetresonanz-Angiographie (MRA), erlaubt mit geringen Mengen Gadolinium-haltigen Kontrastmittels ohne Gefährdung der renalen Restfunktion eine valide Darstellung zentraler

und auch peripherer Armvenen [26, 33]. Offenbar ist sie aber gerade bei Niereninsuffizienten mit einer erhöhten Rate von systemischen Nebenwirkungen (nephrogene systemische Fibrose, NSF [10]) verknüpft. Eine MRA in time-of-flight-Technik ermöglicht zumindest die Visualisierung (ausgeprägter) zentraler arterieller und venöser Pathologien ohne Kontrastmittelapplikation.

### **Chirurgische Grundlagen**

Nach Abschluss der präoperativen Diagnostik kann die zukünftige Lage des Gefäßzugangs festgelegt werden: so peripher wie möglich, so zentral wie nötig; möglichst am nicht-dominanten Arm.

Die Nahtverbindung zwischen Arterie und Vene wird in der Regel als Seit(Arterie)-zu-End(Vene)-Anastomose in fortlaufender Nahttechnik erstellt. Arterie und Vene sollen im Gebiet der geplanten Anastomose nah beieinander liegen, um eine zu ausgedehnte Mobilisierung der Vene mit konsekutiver Stenosegefahr zu vermeiden.

### **Anästhesiologische Grundlagen**

Eingriffe zur Erstanlage oder Revision von av Gefäßzugängen zur Hämodialyse können grundsätzlich in Lokalanästhesie durchgeführt werden. Zur sicheren Schmerzausschaltung und besseren Prophylaxe von Gefäßspasmen, die den Eingriff deutlich erschweren und das Ergebnis gefährden können, empfiehlt sich jedoch der Einsatz der Regionalanästhesie. Eine Vollnarkose kann bei unruhigen oder unkooperativen Patienten sowie bei sehr ausgedehnten oder Kombinationseingriffen (Basilicatransposition, simultane Implantation eines getunnelten Dialysekatheters) indiziert sein.

Bei Patienten im Stadium der präterminalen Niereninsuffizienz liegen häufig gravierende Komorbiditäten vor. Unabhängig von der Art des Eingriffs und der gewählten Form der Schmerzausschaltung ist daher für die präoperative Vorbereitung und postoperative Nachsorge eine stationäre Aufnahme oft unvermeidbar.

### **Fisteltypen**

**Tabatière-Fistel.** Anastomose zwischen A. radialis und V. cephalica im Bereich der anatomischen Schnupftabaksdose. Distalste Fistel, die am Arm angelegt werden kann mit längster Stichstrecke. Wegen zu geringer Gefäßkaliber meist nicht möglich.

**Brescia-Cimino-Fistel (BCF).** Anastomose zwischen A radialis und V. cephalica am distalen Unterarm. Av Fistel der ersten Wahl bei geeignetem Gefäßstatus [1, 42]. Nach ausreichender Entwicklung der Fistelvene kann sie über Jahre komplikationslos funktionieren. In der Literatur werden teils relativ hohe Frühverschlussraten angegeben (zwischen 5% und 30% [36]). Die Funktionsraten liegen nach einem Jahr (zwei Jahren) zwischen 65% und 90% (60% und 80%). Fistelthrombosen sind mit 0,2 Ereignissen pro Jahr selten, ebenso Infektionen.

**Proximale radio-cephale Fistel.** Häufig ist nach Thrombophlebitis oder wegen der geringen Gefäßkaliber eine typische periphere BCF nicht möglich. Dann können jedoch die A. radialis und die V. cephalica weiter proximal prinzipiell am gesamten Unterarm miteinander anastomosiert werden.

**Ellenbeugenfisteln.** Aufgrund der großen Variabilität insbesondere des Venensystems im Bereich der Ellenbeuge ist eine Vielzahl von arteriovenösen Fistelverbindungen möglich. Ziel des Eingriffs ist die Rekrutierung vorzugsweise der V. cephalica, bei deren Fehlen auch der V. basilica, als Fistelvene am Oberarm. Als arterielles Spendergefäß kann die A. cubitalis fungieren, aber auch die Anfangsabschnitte der A. radialis und cubitalis sind geeignet. Je nach individueller Anatomie können die V. mediana cubiti, die V. communicans oder die V. basilica mit der einer der genannten Arterien anastomosiert werden.

Die Indikation zur Anlage einer Ellenbeugenfistel muss zum einen bei einem hypoplastischen oder aufgebrauchten peripheren Venensystem an beiden Unterarmen gestellt werden, zum anderen bei erheblichen Kalzifikationen der peripheren Arterien, insbesondere bei Vorliegen einer MÖNCKEBERG'schen Mediasklerose. Derart starrwandige Arterien werden auch bei guter Fistelvene nicht dilatieren und somit über die Zeit keinen ausreichenden Fistelfluss zustande kommen lassen. Die wachsende Population älterer Typ-II-Diabetiker stellt das klassische Risikokollektiv für die mangelnde Maturation peripherer Fisteln dar, gleichzeitig aber auch für die Entwicklung einer Stealproblematik und/oder einer progredienten Herzinsuffizienz nach Anlage einer zentralen Fistel mit hohem Flussvolumen. Besonders bei diesen Patienten muss daher darauf geachtet werden, die Anastomose nicht länger als 4 mm bis 6 mm zu gestalten [17]. Eine äußerst effektive Flussbegrenzung ergibt sich darüber hinaus, wenn die Fistelvene nicht mit der A. cubitalis, sondern mit der zentralen A. radialis oder ulnaris anastomosiert wird.

**Periphere Basilicafistel (Ulnarisfistel).** Anastomose zwischen A ulnaris und V basilica am distalen Unterarm. Alternative zur BCF, wenn diese wegen ungeeigneter Gefäße nicht

möglich ist. Auch bei guter Fistelfunktion ist die Hämodialyse über eine periphere Basilicafistel jedoch nicht selten problematisch: die Punktion kann fast immer nur am aufgestellten Unterarm erfolgen, und die während der Dialyse unter dem Arm liegenden Kanülen laufen Gefahr zu dislozieren oder sind zumindest Anlass für häufige Flussalarme.

**Zentrale Basilicafistel.** Variante der Ellenbeugenfistel mit ausschließlicher Drainage über die V. basilica. Um die Vene am Oberarm in ausreichender Länge punktierbar zu machen, muss sie meist ins Subkutangewebe transponiert werden. Dieser Eingriff sollte nach ausreichender Maturation der Fistelvene, also frühestens vier bis sechs Wochen nach Fistelanlage, vorgenommen werden. Nach diesem Intervall hat die Vene meist schon einen Durchmesser von 6 mm bis 8 mm erreicht und ist jetzt deutlich weniger anfällig für Spasmen, was die Präparation und das Handling erleichtert, aber auch die Positionierung und Dimensionierung des erforderlichen neuen Lagers. Die postoperative Stenoserate ist bei zweizeitigem Vorgehen niedriger als bei der primären Subkutanverlagerung anlässlich der Fistelanlage [6].

### **Prothesenshunts**

Mit den vorgestellten av Fisteln können im Rahmen der Erstoperation mehr als 80 % der Patienten suffizient versorgt werden [17]. Bei Patienten mit hypoplastischen oder nach Punktionen oder Voroperationen nicht mehr brauchbaren oberflächlichen Venen muss jedoch zur Schaffung eines av Zugangs gelegentlich auf Gefäßersatzmaterial zurückgegriffen werden. Grundsätzlich kann ein Kunststoffshunt in jeder beliebigen anatomischen Region angelegt werden. Voraussetzung sind eine Arterie von mindestens 3 mm und eine Vene von mindestens 4 mm Durchmesser [19].

Primäre Offenheitsraten von Prothesenshunts liegen nach einem Jahr (zwei Jahren) zwischen 60% und 80% (30% und 40%), sekundäre nach einem Jahr (zwei Jahren) zwischen 70% und 90% (50% und 70%) [2, 8, 13, 20, 43].

Die größte Akzeptanz haben derzeit Shuntprothesen aus ePTFE (expanded polyfluoroethylene). Als Vorteile gegenüber anderen (biologischen und synthetischen) Prothesenmaterialien werden höhere Infekteresistenz, höhere Stabilität und bessere Handhabbarkeit angesehen. Diese Einschätzung beruht jedoch kaum auf harten Daten, sondern meist auf retrospektiven Studien oder Anwendungsbeobachtungen nur eines Prothesentyps. Die wenigen prospektiven Vergleichsstudien, die bislang publiziert wurden, sind aufgrund der jeweils kleinen Patientenzahlen kaum aussagekräftig [9].

Ebenfalls letztlich nicht geklärt ist die ideale Konfiguration der Prothese (Durchmesser 6 mm, 7 mm oder 8 mm? dünnwandig oder normalwandig? zylindrisch oder konisch?), der günstigste Verlauf (gerade, gebogen oder in Schleifenform? am Unterarm oder am Oberarm?) und die Art der venösen Anastomose (End-zu-Seit oder End-zu-End? mit oder ohne Patch?). Aus Gründen der Praktikabilität und des Patientenkomfort haben sich am Arm jedoch wenige Standardformen durchgesetzt. Je nach Lokalisation und Konfiguration unterscheidet man Unter- und Oberarm-Straight- bzw. Curvedshunts sowie Unter- und Oberarm-Loopshunts.

### **Zugangsmanagement**

Das Routinemanagement des Gefäßzugangs erfolgt im klinischen Alltag naturgemäß im behandelnden Dialysezentrum. Es dient dem Funktionserhalt und der Erkennung sich anbahnender Komplikationen. Die häufigste Komplikation von av Fistel und Prothesenshunt ist die progrediente Stenose mit konsekutiver Thrombose. Eine medikamentöse Stenoseprophylaxe kann nicht generell empfohlen werden. Die chronische Einnahme von Thrombozytenaggregationshemmern und Vitamin-K-Antagonisten hat zwar in einigen Studien zur Verbesserung der Offenheitsraten geführt, ist jedoch mit häufigen Blutungskomplikationen belastet [5, 14]. Stenosedetektion und -therapie stellen daher den Schwerpunkt im postoperativen Zugangsmanagement dar.

### **Klinische Untersuchung**

Jeder Gefäßzugang sollte vor der Kanülierung klinisch untersucht werden. Bei av Fisteln sind wegen ihres meist oberflächlichen Verlaufs Stenosen, Aneurysmata, Hämatome und Infektionen häufig leicht festzustellen. Beim Prothesenshunt machen sich Stenosen wegen der rigideren Wand selten durch veränderte Palpations- und Auskultationsbefunde bemerkbar. Insbesondere die häufigen Stenosen der venösen Anastomose entziehen sich durch ihre meist subfasziale Lage der klinischen Beurteilung.

### **Apparative Methoden**

Das Ziel apparativer Druck- und Flussmessungen ist die Frühdetektion von Stenosen mit dem Ziel der präemptiven Korrektur vor Thrombose des Gefäßzugangs. Die arteriellen und venösen Drücke, die am Dialysegerät während der Behandlung einfach abgelesen werden können, erlauben keine zuverlässige Diagnose [40]. Flussmessungen im Dialyseintervall (FKDS) oder während der Dialyse (Ultraschall-Dilutionsmessung) erfordern zwar

zusätzliches Equipment, sind jedoch zur Stenosedetektion besser geeignet [25]. Ein Fluss < 600ml/min in Prothesenshunts [16, 24, 39] oder ein Rückgang von > 20% im Monat [24] sowie ein Fluss < 300ml/min in av Fistel [41] signalisiert ein hohes Verschlussrisiko und sollte Anlass zur präemptiven Therapie geben.

## Komplikationen

Sich anbahnende oder eingetretene Komplikationen des av Gefäßzugangs (Stenose und Thrombose, Aneurysma, Infektion und Steal-Syndrom) lassen sich oftmals klinisch leicht diagnostizieren. Zur Therapieplanung ist jedoch meist weiterführende bildgebende Diagnostik (FKDS, Angiographie) erforderlich.

### Stenose

**Diagnostik.** Wenn klinische Untersuchung und/oder Flussmessungen auf das Vorliegen einer relevanten Stenose deuten, erlaubt meist die FKDS deren Lokalisation und die Bestimmung des Stenosegrades und ist damit häufig ausreichend für die Therapieplanung. Bei unklaren Befunden oder schlechter Beurteilbarkeit (Verschlussprozesse der zentralen Arterien und Venen) empfiehlt sich eine angiographische (DSA oder MRA) Abklärung (vgl. S. 2f). Wird eine konventionelle DSA durchgeführt, dann grundsätzlich in Interventionsbereitschaft, um dem Patienten eine nochmalige Kontrastmittelgabe zu ersparen [42].

**Therapie.** Bei jeder Revision hat der Erhalt des Dialysezugangs absolute Priorität. Sie sollte daher möglichst so erfolgen, dass zumindest ein Teilabschnitt des Zugangs sofort punktiert werden kann, um die Implantation eines passageren Dialysekatheters zu vermeiden. Die Einteilung in Stenostypen [28] soll eine Entscheidungshilfe darstellen, wenn es darum geht, ob operativ oder interventionell vorgegangen werden sollte. Dabei muss berücksichtigt werden, dass oft mehrere Stenostypen in Kombination vorliegen.

Die Behandlung arterieller Einstromprobleme erfolgt nach bekannten Leitlinien und wird daher in diesem Zusammenhang nicht diskutiert. Der Diagnose und Therapie zentralvenöser Obstruktionen (*Typ-IV-Stenosen*) ist ein eigener Abschnitt gewidmet (vgl. S. 10f).

**Stenosen von av Fisteln.** Die weitaus häufigste Ursache für Insuffizienz und Thrombose von av Fisteln sind Stenosen der Fistelvene in unmittelbarer Nähe zur av Anastomose (*Typ-I-Stenosen*). Ihre interventionelle Therapie ist mit einer hohen Rate von Restenosen belastet.

Die Neuanlage der av Anastomose wenig proximal – ggf. unter Zuhilfenahme eines kurzen Protheseninterponates [34] – hat die deutlich bessere Prognose und ist daher die Therapie der Wahl [31, 42]. Typ-II-Stenosen (der Fistelvene im Punktionsbereich) sollten interventionell behandelt werden, da nur nach PTA der Punktionsbereich sofort wieder für die Dialyse benutzt werden kann. Die Implantation von Stents sollte vermieden werden. Früh oder häufig recurrierende Stenosen stellen eine Indikation für die chirurgische Korrektur mittels (Venen-)Patch oder (Prothesen-)Interponat dar [42]. Stenosen der Fistelvene an ihrer Einmündung in das tiefe Venensystem (Typ-III-Stenosen) treten gelegentlich bei brachio-cephalen Fisteln und nach Basilica-Transposition auf. Sie sind meist einer PTA zugänglich, mit jedoch hohem Rezidivrisiko. Wird eine Stentimplantation erwogen, sollte sie so erfolgen, dass die abführende tiefe Vene nicht kompromittiert wird, um die spätere Anlage eines Prothesenshunts nicht zu gefährden [45]. Bei nicht erfolgreich dilatierbaren oder rezidivierenden Stenosen kann die V. cephalica mündungsnah durchtrennt, mobilisiert und zur V. brachialis transponiert, die stenosierte V. basilica mit Patch oder Interponat versorgt werden.

**Stenosen von Prothesenshunts.** Stenosen der arteriellen Anastomose (Typ-I-Stenosen) sind der Intervention meist leichter zugänglich als der Operation [3]. Stenosen im Punktionsbereich (Typ-II-Stenosen) entstehen durch exzessives Einwachsen von Narbengewebe durch Punktionskanäle in über einen langen Zeitraum benutzten Prothesen. Der segmentale Teilaustausch der weitgehend zerstörten Shuntprothese ist die logische Konsequenz [1, 42]. Die häufigste Ursache für das Versagen von Prothesenshunts stellt die zunehmende Stenosierung der venösen Anastomose (Typ-III-Stenose) dar. Da Prothesenshunts nur bei Patienten mit aufgebrauchtem peripherem Venensystem zu Einsatz kommen, sollte im Falle einer Typ-III-Stenose Venen-sparenden Korrekturverfahren (PTA, Patch) der Vorzug vor einer Prothesenverlängerung gegeben werden, auch wenn letztere vielleicht bessere Offenheitsraten ergäbe [7, 23]. Im Falle früher oder häufiger Restenosen kann eine Stentimplantation oder Prothesenverlängerung erwogen werden.

### **Thrombose**

**Diagnostik.** Die klinische Diagnose ist einfach: das palpatorische Schwirren und das auskultatorische Fistelgeräusch fehlen. Bei av Fisteln ermöglicht die Palpation zusätzlich häufig, die zugrunde liegende Stenose zu lokalisieren, eventuell auch noch prästenotische Pulsationen der Fistelvene festzustellen. Bildgebende Diagnostik ist wenig hilfreich zur



Ursachenforschung, die FKDS ermöglicht jedoch eine Aussage über die Ausdehnung der Thrombose.

**Therapie.** Thrombosen von av Fisteln und Prothesenshunts sollten konsequent und zügig behandelt werden, um dem Patienten eine Katheterdialyse zu ersparen. Unabhängig davon, ob eine interventionelle Thrombolyse oder eine chirurgische Thrombektomie erfolgt, muss die dem Verschluss meist zugrunde liegende Stenose identifiziert und in gleicher Sitzung behandelt werden, um einen frühen Reverschluss zu vermeiden [1, 42]. Die Stenose-Therapie erfolgt nach den oben geschilderten Grundsätzen interventionell, chirurgisch oder hybrid [27].

### **Aneurysmen**

**Aneurysmen bei av Fisteln.** Die Dilatation der Fistelvene nach Anlage einer av Fistel ist grundsätzlich ein erwünschter Vorgang. Nur so ist ein ausreichender av Blutfluss und eine qualitativ gute Hämodialyse gewährleistet. Umschriebene aneurysmatische Dilatationen können jedoch gelegentlich Anlass zur Intervention geben, und zwar bei rascher Progredienz, Perforationsgefahr, Entwicklung wandständiger Thromben und Infektzeichen [1], insbesondere aber bei nachgeschalteter, hämodynamisch wirksamer Stenose, die immer gesucht und behandelt werden sollte. Bei ausgesprochener Dilatation und Elongation der Fistelvene ist oft eine Resektion (von Aneurysma und Stenose) mit End-zu-End-Anastomose der Fistelvene möglich, alternativ eine Resektion mit Protheseninterponat. Eine post-aneurysmatische Stenose kann unter Verzicht auf Fremdmaterial auch mittels Patchplastik aus der im Sinne einer Aneurysmorrhaphie teilexzidierten Aneurysmawand behandelt werden.

**Aneurysmen bei Prothesenshunts.** Bei mehrjährig benutzten Shuntprothesen kommt es punktionsbedingt zu einem sukzessiven Substanzverlust. Insbesondere, wenn nur umschriebene Areale der Prothese punktiert werden, können sich durch vollständigen Verlust der Prothesenwand in diesen Bereichen Pseudoaneurysmen entwickeln. Da diese Aneurysmen immer direkt subkutan liegen und daher zwangsläufig expandieren, besteht bei Diagnose auch eine (prophylaktische) Operationsindikation. Ein Teil-Prothesenwechsel unter Umgehung des Pseudoaneurysmas ist die Therapie der Wahl [1].

### **Zentralvenöse Obstruktionen**

**Diagnose.** Eine chronische Schwellung des Shuntarmes, seltener auch des Gesichts und/oder der Brust zusammen mit sichtbaren venösen Kollateralen an Oberarm, Schulter und oberer Thoraxapertur weisen auf eine zentralvenöse Abflussstörung hin. Bei entsprechender Klinik

ist eine radiologische Darstellung des Ausflusstrakts erforderlich, da sich die mediastinalen Venen mittels FKDS nicht vollständig untersuchen lassen. Am zweckmäßigsten erscheint die Durchführung einer Phlebographie in DSA-Technik nach antegrader Punktion des Gefäßzugangs und in Interventionsbereitschaft [11].

**Therapie.** Im Falle einer ausgeprägten venösen Hypertonie mit zunehmender Behinderung, Schmerzen drohender oder bestehender Ulzeration, bei Punktionsschwierigkeiten oder abnehmender Dialysequalität sollte eine Therapie der zentralvenösen Obstruktion erfolgen [1, 42]. Hierfür stehen die PTA ohne oder mit Stentimplantation sowie diverse chirurgische Optionen (Patchplastik, veno-venöser, veno-atrialer Bypass) zur Verfügung. Trotz der möglicherweise besseren Offenheitsraten nach Operation sollte bei den meist älteren, multimorbiden Patienten grundsätzlich interventionellen Methoden der Vorzug gegeben werden [29]. Im Falle nicht rekanalisierbarer bilateraler Obstruktionen oder Verschluss der V. cava superior kann eine femoro-femorale av Prothesenschleife am Oberschenkel angelegt werden. Bei Verschluss von drei oder vier zentralen Venen kann die Implantation eines arterio-arteriellen Schleifeninterponates in axillärer oder femoraler Position in Erwägung gezogen werden [47].

### **Infektionen**

Jegliche Art von Infektion sollte bei terminal niereninsuffizienten Patienten ernst genommen werden, geht doch mit der Nierenerkrankung auch immer eine Einschränkung der Immunkompetenz einher. Infektionen von Gefäßzugängen gehen mit dem Risiko Infektbedingter Arrosionsblutungen und septischer Embolisationen einher. Sie erfordern daher die Gabe wirksamer und ausreichend dosierter Antibiotika sowie meist auch eine konsequente chirurgische Therapie. Die Indikation zur stationären Aufnahme sollte großzügig gestellt werden [1]. Bei lokalisiertem Infekt ohne systemische Komplikationen kann ein Erhalt des Zugangs versucht werden. Bei generalisiertem Infekt und septischem Krankheitsbild muss der Zugang aufgegeben werden [1, 42]. In diesem Fall muss vorübergehend über einen Katheter dialysiert werden. Die Neuanlage eines permanenten Gefäßzugangs (vorzugsweise an einer anderen Extremität) sollte erst nach Abklingen der systemischen Infektionsfolgen erfolgen.

**Infektionen von av Fisteln.** Die früh-postoperative Infektion von av Fisteln ist selten. Meist liegt ein infiziertes Hämatom zugrunde, nach dessen Ausräumung und Drainage unter Antibiotikagabe eine Abheilung zu erreichen ist. Späte Infektionen von av Fisteln entwickeln sich meist nach Punktion aneurysmatisch dilatierter Venenabschnitte im Bereich

wandständiger Thromben. Eine ausgedehnte, septische Thrombophlebitis der Fistelvene macht deren Exzision unter Aufhebung des Zugangs erforderlich. Umschriebene Infekte können unter Erhalt des Zugangs durch Resektion und Umgehung des infizierten Venensegmentes mit Hilfe eines Protheseninterponates behandelt werden.

**Infektionen von Prothesenshunts.** Die Frühinfektion einer Shuntprothese umfasst immer die gesamte Prothese. Die komplette Entfernung sämtlichen Fremdmaterials ist dann erforderlich. Die Rekonstruktion der speisenden Arterie erfolgt mittels Venenpatch, während die abführende Vene unterbunden werden kann. Spätinfektionen entstehen meist Punktionsbedingt. Durch Keimeinschleppung entwickelt sich ein infiziertes Hämatom, und der Punktionskanal heilt nicht narbig ab. Folgen sind ein umschriebener Protheseninfekt und rezidivierende Blutungen. Ein Erhaltungversuch der Shuntprothese durch segmentalen Ersatz unter Umgehung des infizierten Areals und unter antibiotischer Abdeckung ist gerechtfertigt. Bei septischem Krankheitsbild oder bei lokal persistierendem oder rezidivierendem Infekt sollte das Fremdmaterial jedoch komplett entfernt werden. [1, 42].

### **Ischämie**

**Diagnose.** Eine Zugangs-assoziierte Ischämie (ZAI) tritt bei 2% bis 8% der Dialysepatienten auf. Ältere Patienten, Diabetiker und solche mit einer pAVK und/oder KHK sind bevorzugt betroffen. Vorangegangene Shuntanlagen und Anastomosen in der Ellenbeuge erhöhen das Risiko [30]. Analog zur Stadieneinteilung der pAVK nach Fontaine kann die ZAI in vier Schweregrade eingeteilt werden (I°: blasse/livide und/oder kühle Hand ohne Schmerzen; II°: Schmerzen bei Belastung oder während Dialyse; III° Ruheschmerzen; IV°: Ulzerationen, Nekrosen, Gangrän [44]). Die Stadien I und II bedürfen der engmaschigen Beobachtung, III und IV stellen eine Therapieindikation dar.

Neben der klinischen Untersuchung ermöglichen nicht-invasive Methoden (Doppler-Druckmessung der Arm- und Fingerarterien, Finger-Arm-Index, tcpO<sub>2</sub>-Messung, FKDS und Shuntflussmessung) neben der Bestätigung der Diagnose eine Einschätzung des Schweregrades. Für die Therapieplanung wird eine angiographische Darstellung des gesamten arteriellen Gefäßbaumes der betroffenen Extremität von der zentralen A. subclavia bis zu den Fingerarterien (mit und ohne Shuntkompression) empfohlen [45].

**Therapie.** Ziel der Behandlung ist der Erhalt der Extremität bei gleichzeitigem Erhalt des funktionierenden av Gefäßzugangs. Hierfür steht eine Reihe von chirurgischen und

interventionellen Optionen zur Verfügung, die in Abhängigkeit vom Shuntfluss zum Einsatz kommen. Zur differenzierten Therapie ist daher eine präoperative Flussmessung erforderlich, zur Erfolgskontrolle empfiehlt sich ihre intraoperative Wiederholung.

Stenosen im arteriellen Einstrom werden unabhängig vom Shuntfluss nach den bekannten Leitlinien – meist also interventionell – behandelt.

Ischämien bei hohem Shuntfluss (> 800 ml/min bei av Fisteln, > 1.200 ml/min bei Prothesenshunts; Stealsyndrom im engeren Sinne) machen eine operative Flussreduktion erforderlich. Die chirurgische Technik sollte so gewählt werden, dass eine schrittweise Flussreduktion (z.B. mit immer tiefer greifenden Raffnähten) unter fortlaufender Flussmessung möglich ist, bis ein Shuntfluss von etwa 400 ml/min bei av Fisteln und von etwa 750 ml/min bei Prothesenshunts erreicht ist [49]. Andere Verfahren zur Flussreduktion wie die Interposition eines engen Prothesensegmentes oder die Distalisierung der Anastomose (RUDI: „revision using distal inflow“) haben den Nachteil, dass technisch bedingt das Ausmaß der Flussreduktion nicht exakt festgelegt werden kann.

Ischämien bei normalem Shuntfluss (400 – 800 ml/min bei av Fisteln, 750 – 1200 ml/min bei Prothesenshunts) können nicht durch eine Flussreduktion behandelt werden. Diese würde den Zugang gefährden und die Dialysequalität beeinträchtigen. Bei distalen radio-cephalen Fisteln, offener A. ulnaris und offenem Hohlhandbogen genügt oft die Ligatur der A. radialis distal der av Anastomose (DRAL: „distal radial artery ligation“ [4]) zur Behebung der peripheren Ischämie: der retrograde Einstrom wird unterbunden und so die Handperfusion gebessert. Reicht die Ligatur allein nicht aus, was bei Ellenbeugenfisteln und Prothesenshunts häufig der Fall ist, kann zusätzlich ein Venenbypass von proximal der av Anastomose nach distal der Ligatur (DRIL: „distal revascularization – interval ligation“) zu Verbesserung der Handdurchblutung eingesetzt werden [37]. Technisch weniger aufwendig ist die Proximalisierung der av Anastomose (PAVA [48]). Hierbei wird die av Anastomose aufgehoben und der Gefäßzugang unter Zuhilfenahme eines Protheseninterponates von der zentralen A. brachialis gespeist. Die Erfolgsraten für beide Verfahren liegen für den Erhalt von Gefäßzugang und Extremität gleichermaßen bei 80 – 90% [30].

Ischämien bei niedrigem Shuntfluss (< 400 ml/min bei av Fisteln, < 750 ml/min bei Shuntprothesen) sind oft problematisch zu behandeln. Nicht selten ist eine Aufhebung des Gefäßzugangs erforderlich. Ein Therapieversuch mit der PAVA ist aber in den meisten Fällen gerechtfertigt, da die Neuanlage eines Zugangs am anderen Arm (oder gar am Bein) mit

einem erhöhten Risiko für das erneute Auftreten einer Ischämie einhergeht. Kann bei schweren peripheren Gefäßveränderungen kein av Zugang mehr angelegt werden, muss das Nierenersatzverfahren gewechselt werden (Peritonealdialyse) oder ein Hämodialysekatheter implantiert werden.

### **Kardiale Komplikationen**

Ein av Gefäßzugang zur Hämodialyse führt naturgemäß zu einer nicht unerheblichen kardialen Dauerbelastung. Bei bekannt eingeschränkter Pumpfunktion (Ejektionsfraktion < 30%) sollte, um einer kardialen Dekompensation vorzubeugen, die erforderliche Dialysebehandlung zunächst über einen Katheter begonnen werden. Nach Besserung der kardialen Situation unter Dialyse kann die Möglichkeit der Anlage eines av Gefäßzugangs erneut überprüft werden [1].

Entwickelt sich unter chronischer Hämodialyse eine zunehmende Linksherzhypertrophie oder pulmonale Hypertonie, kann ein hoher Shuntfluss die Ursache sein. Liegt der Shuntfluss bei 1/3 des Herzzeitvolumens oder höher, sollte eine operative Flussreduktion nach den oben beschriebenen Techniken erwogen werden.

### **Literatur**

1. Bakran A, Mickley V, Passlick-Deetjen J (Hrsg.) Management of the Renal Patient: Clinical Algorithms on Vascular Access for Haemodialysis. Pabst Science Publishers, Lengerich, 2003.
2. Barron PT, Wellington JL, Lorimer JW, Cole CW, Moher D (1993) A comparison between expanded polytetrafluoroethylene and plasma tetrafluoroethylene grafts for hemodialysis access. *Can J Surg* 36: 184-186
3. Brooks JL, Sigley RD, May KJ Jr, Mack RM (1987) Transluminal angioplasty versus surgical repair for stenosis of hemodialysis grafts. A randomized study. *Am J Surg* 153: 530-531
4. Bussell JA, Abbott JA, Lim RC (1971) A radial steal syndrome with arteriovenous fistula for hemodialysis. Studies in seven patients. *Ann Intern Med* 75: 387-394

5. Crowther MA, Clase CM, Margetts PJ et al. (2002) Low-intensity Warfarin is ineffective for the prevention of PTFE graft failure in patients on hemodialysis: a randomized controlled trial. *J Am Soc Nephrol* 13: 2331-2337
6. Dix FP, Khan Y, Al-Khaffaf H (2006) The brachial artery-basilic vein arterio-venous fistula in vascular access for haemodialysis – a review paper. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 31: 70-79.
7. Dougherty MJ, Calligaro KD, Schindler N, Raviola CA, Ntoso A (1999) Endovascular versus surgical treatment for thrombosed hemodialysis grafts: A prospective, randomized study. *J Vasc Surg* 30: 1016-1023
8. Garcia-Pajares R, Polo JR, Flores A, Gonzalez-Tabares E, Solis JV (2003) Upper arm polytetrafluoroethylene grafts for dialysis access. Analysis of two different graft sizes: 6 mm and 6-8 mm. *Vasc Endovasc Surg* 37: 335-343
9. Gawenda M, Heckenkamp J, Brunkwall J (2001) Materialwahl beim Prothesenshunt: evidence based? *Gefäßchirurgie* 6: 103-107
10. Greebe SO, Haage P (2007) Nephrogene systemische Fibrose (NSF) nach Applikation gadoliniumhaltiger Kontrastmittel bei Shuntpatienten. *Gefäßchirurgie* 12: 449-454
11. Haage P, Vorwerk D, Piroth W, Schürmann K, Günther RW (1999) Treatment of hemodialysis-related central venous stenosis or occlusion: results of primary Wallstent placement and follow-up in 50 patients. *Radiology* 212: 175-180
12. Hodges TC, Fillinger MF, Zwolak RM et al. (1997) Longitudinal comparison of dialysis access methods: risk factors for failure. *J Vasc Surg* 26: 1009-1019
13. Kaufman JL, Garb JL, Berman JA et al. (1997) A prospective comparison of two expanded polytetrafluoroethylene grafts for linear forearm hemodialysis access: does the manufacturer matter? *J Am Coll Surg* 185: 74-79
14. Kaufman JS, O'Connor TZ, Zhang JH et al. (2003) Veterans Affairs Cooperative Study Group on Hemodialysis Access Graft Thrombosis. Randomized controlled trial of clopidogrel plus aspirin to prevent hemodialysis access graft thrombosis. *J Am Soc Nephrol* 14: 2313-2321

15. Khan FA, Vesely TM (2002) Arterial problems associated with dysfunctional hemodialysis grafts: evaluation of patients at high risk for arterial disease. *J Vasc Intervent Radiol* 13: 1109-1114
16. Kim YO, Yang CW, Yoon SA et al. (2001) Access blood flow as a predictor of early failures of native arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *Am J Nephrol* 21: 221-225
17. Konner K, Hulbert-Shearon TE, Roys EC, Port FK (2002) Tailoring the initial vascular access for dialysis patients. *Kidney Int* 62: 329-338
18. Krönung G, Kessler M, Klinkner J (2007) Die CO<sub>2</sub>-Phlebographie vor Erstanlage des Dialysezugangs. *Gefäßchirurgie* 12: 179-183
19. Lemson MS, Tordoir JH, van Det RJ et al. (2002) Effects of a venous cuff at the venous anastomosis of polytetrafluoroethylene grafts for hemodialysis vascular access. *J Vasc Surg* 32: 1155-1163
20. Lenz BJ, Veldenz HC, Dennis JW, Khansarinia S, Atteberry LR (1998) A three-year follow-up on standard versus thin wall ePTFE grafts for hemodialysis. *J Vasc Surg* 28: 464-470
21. Malovrh M (1998) Non-invasive evaluation of vessels by duplex sonography prior to construction of arteriovenous fistulas for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 13: 125-129
22. Malovrh M (2002) Native arteriovenous fistula: preoperative evaluation. *Am J Kidney Dis* 39: 1218-1225
23. Marston WA, Criado E, Jaques PF et al. (1997) Prospective randomized comparison of surgical versus endovascular management of thrombosed dialysis access grafts. *J Vasc Surg* 26: 373-380
24. May RE, Himmelfarb J, Yenicesu JM et al. (1997) Predictive measures of vascular access thrombosis: a prospective study. *Kidney Int* 52: 1656-1662
25. McCarley P, Wingard RL, Shyr Y et al. (2001) Vascular access blood flow monitoring reduces access morbidity and costs. *Kidney Int* 60: 1164-1172

26. Menegazzo D, Laissy JP, Durrbach A, et al. (1998) Hemodialysis access fistula creation: preoperative assessment with MR venography and comparison with conventional venography. *Radiology* 209: 723-728
27. Mickley V (2004) Hybrid procedures in vascular Access. In: Brancheraeu A, Jacobs M (Hrsg.) *Hybrid Vascular Procedures*. Blackwell Publishing, Oxford, S. 247-254
28. Mickley V (2004) Stenosis and thrombosis in haemodialysis fistulae and grafts; the surgeon's point of view. *Nephrol Dial Transplant* 19: 309-311
29. Mickley V (2007) Zentralvenöse Obstruktionen beim Hämodialysepatienten. *Gefäßchirurgie* 12: 161-166
30. Mickley V (2008) Steal syndrome – strategies to preserve vascular access and extremity. *Nephrol Dial Transplant* 23: 19-24
31. Mickley V, Cazzonelli M, Bossinger A (2003) Die stenosierte Brescia-Cimino-Fistel: Operation oder Intervention? *Zentralbl Chir* 128: 757-761
32. Mihmanli I, Besirli K, Kurugoglu S, et al. (2001) Cephalic vein and hemodialysis fistula: surgeon's observation versus color Doppler ultrasonographic findings. *J Ultrasound Med* 20: 217-222
33. Paksoy Y, Gormus N, Tercan MA (2004) Three-dimensional contrast-enhanced magnetic resonance angiography (3-D CE-MRA) in the evaluation of hemodialysis access complications, and the condition of central veins in patients who are candidates for hemodialysis access. *J Nephrol* 17: 57-65
34. Polo JR, Vazquez R, Polo J et al. (1999) Brachiocephalic jump graft fistula: an alternative for dialysis use of elbow crease veins. *Am J Kidney Dis* 33: 904-909
35. Robbin ML, Gallichio MH, Deierhoi MH et al. (2000) US vascular mapping before hemodialysis access placement. *Radiology* 217: 83-88
36. Rooijens PPGM, Tordoir JHM, Stijnen T et al. (2004) Radiocephalic wrist arteriovenous fistula for hemodialysis: meta-analysis indicates a high primary failure rate. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 28: 571-680
37. Schanzer H, Schwartz M, Harrington E, Haimov M (1988) Treatment of ischemia due to "steal" by arteriovenous fistula with distal artery ligation and revascularization. *J Vasc Surg* 7: 770-773



38. Silva MB, Jr., Hobson RW, Pappas PJ et al. (1998) A strategy for increasing use of autogenous hemodialysis access procedures: impact of preoperative noninvasive evaluation. *J Vasc Surg* 27: 302-307
39. Smits JH, Linden J van der, Hagen EC et al. (2001) Graft surveillance: venous pressure, access flow, or the combination? *Kidney Int* 59: 1551-1558
40. Spergel LM, Holland JE, Fadem SZ, McAllister CJ, Peacock EJ (2004) Static intra-pressure ratio does not correlate with access blood flow. *Kidney Int* 66: 1512-1516
41. Tessitore N, Mansueto G, Bedogna V et al. (2003) A prospective controlled trial on effect of percutaneous transluminal angioplasty on functioning arteriovenous fistulae survival. *J Am Soc Nephrol* 14: 1623-1627
42. Tordoir J, Canaud B, Haage P et al. (2007) EBPG on Vascular Access. *Nephrol Dial Transplant* 22 [Suppl 2]: ii88-ii117
43. Tordoir JH, Hofstra L, Leunissen KM, Kitslaar PJ (1995) Early experience with stretch polytetrafluoroethylene grafts for haemodialysis access surgery: results of a prospective randomised study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 9: 305-309
44. Tordoir JHM, Dammers R, van der Sande FM (2007) Upper extremity ischemia and hemodialysis vascular access. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 27: 1-5
45. Turmel-Rodrigues L, Raynaud A, Bourquelot P (2000) Percutaneous treatment of arteriovenous access dysfunction. In Conlon PJ, Schwab SJ, Nicholson ML (Hrsg.) *Hemodialysis vascular access*. New York: Oxford University Press, S. 183-202
46. Wong V, Ward R, Taylor J et al. (1996) Factors associated with early failure of arteriovenous fistulae for haemodialysis access. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 12: 207-213
47. Zanow J, Krüger U, Petzold M et al. (2005) Arterioarterial prosthetic loop: a new approach for hemodialysis access. *J Vasc Surg* 41: 1007-1012
48. Zanow J, Krüger U, Scholz H (2006) Proximalization of the arterial inflow: a new technique to treat access-related ischemia. *J Vasc Surg* 43: 1216-1221
49. Zanow J, Scholz H (2007) Ischämie nach Anlage eines arteriovenösen Gefäßzugangs. Behandlung durch Flussreduktion mit intraoperativer Flussmessung. *Gefäßchirurgie* 12: 172-178

## Verfahren zur Konsensbildung:

Herausgegeben vom **Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie -**  
Verantwortlich für die Erstellung: V. Mickley (Rastatt), J. Ranft (Bottrop), M. Hollenbeck (Bottrop), P. Haage (Wuppertal)

**Teilnehmer:** Prof. K. Balzer (Mülheim), Prof. D. Böckler (Heidelberg), Dr. H. Böhner (Neuss), Univ.-Prof. J. Brunkwall (Köln), Prof. Th. Bürger (Kassel), Prof. S. Debus (Hamburg), Univ.-Prof. H.H. Eckstein (München), Dr. I. Flessenkämper (Berlin), Dr. A. Florek (Dresden), Prof. P. Haage (Wuppertal), Dr. G. Hennig (Leipzig), Prof. M. Hollenbeck (Bottrop), Prof. Dr. Th. Hupp (Stuttgart), Prof. H. Imig (Berlin), Prof. W. Lang (Erlangen), Dr. G.H. Langkau (Bocholt), Dr. V. Mickley (Rastatt), Th. Noppeney (Nürnberg), Dr. J. Ranft (Bottrop), Dr. S. Schulte (Köln), Prof. M. Zegelman (Frankfurt)

Diese Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie wurde erstellt in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Angiologie, der Deutschen Gesellschaft für Nephrologie und der Deutschen Röntgengesellschaft,

vertreten durch:

Dr. Jürgen Ranft (DGA)  
Prof. Dr. Markus Hollenbeck (DGN)  
Prof. Dr. Patrick Haage (DRG)

1. Delphi-Konferenz per e-mail ab März 2008
2. Konsensuskonferenz Berlin am 04. April 2008
3. Projektanmeldung bei der AWMF am 13. Mai 2007

Adressaten der Leitlinie (Anwenderzielgruppe) sind Gefäßchirurgen, Angiologen, Nephrologen und Radiologen in Klinik und Praxis, Allgemeinärzte und andere Ärzte, denen Patienten mit präterminaler und terminaler Niereninsuffizienz vorgestellt werden. Patientenzielgruppe sind Patienten vor und nach Anlage eines arteriovenösen Gefäßzugangs zur Hämodialyse.

Ziel war eine Abstimmung zur präoperativen Diagnostik und zur Anlage von arteriovenösen Dialysezugängen sowie zur Diagnostik und Therapie von zugangsassoziierten Komplikationen.

Die im Delphi-Verfahren noch strittigen Punkte wurden in der Konsensus-Konferenz einzeln diskutiert und ausschließlich mit starkem Konsens (> 95% Zustimmung) beschlossen. Die Leitlinie wurde primär als kurzgefasste Anwenderversion formuliert, um ihre Umsetzung im Alltag zu erleichtern. Es erfolgte keine systematische Literaturanalyse und Evidenzbewertung, jedoch wurde die aktuelle Literatur studiert, um entscheidende Aussagen der Leitlinie zu untermauern. Die Leitlinie wird über die Internetseite der AWMF veröffentlicht, zusätzlich über die Zeitschrift „Gefäßchirurgie“ (Deutschsprachiges Fachorgan der Gefäßchirurgischen Gesellschaften Deutschlands, Österreichs und der Schweiz).

Bei der Leitlinien-Entwicklung wurden die Kriterien des Deutschen Instruments für Leitlinien-Entwicklung (DELBI) berücksichtigt.

Die Gruppe war redaktionell unabhängig, Reisekosten wurden aus Mitteln der Fachgesellschaften oder selbst finanziert, die Experten waren ehrenamtlich tätig.

**Erstellungsdatum:**

06/2008

**Letzte Überarbeitung:**

09/2008

Verabschiedung durch den Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie  
31. August 2008

**Nächste Überprüfung geplant:**

09/2010

**Erklärung der Interessenkonflikte**

Es existieren keine finanziellen oder sonstige Beziehungen mit möglicherweise an den Leitlinieninhalten interessierten Dritten.